

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-192192

(43)Date of publication of application : 11.07.2000

---

(51)Int.Cl.

C22C 38/00  
C21C 7/00

---

(21)Application number : 10-365096

(71)Applicant : NIPPON KOSHUHA STEEL CO  
LTD

(22)Date of filing : 22.12.1998

(72)Inventor : HAYASHIDA KEIICHI

---

(54) WHITE SPOT PREVENTIVE STEEL, AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steel capable of preventing the occurrence of white spots while obviating the necessity of particular treatment requiring large amounts of energy and much time, and its manufacturing method.

SOLUTION: This white spot preventive steel has a composition consisting of, by weight, 0.01-0.70% C, 0.1-1.0% Si, 0.1-1.0% Mn, 0.1-8.0% of one or  $\geq 2$  elements among Cr, Ni, Mo, V, and W, 0.01-0.10% Al, 0.01-0.10% of Ti or Zr, and the balance Fe with inevitable impurities.

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Flake generating prevention steel characterized by the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity Ti or Zr:0.01 - 0.10wt% aluminum:0.01 - 0.10wt% 0.1 - 8.0wt% Mn:0.1 - 1.0wt% Si:0.1 - 1.0wt% C:0.01 - 0.70wt% by one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more.

[Claim 2] Flake generating prevention steel characterized by N:150 ppm or less, O:50 ppm or less, and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity Ti or Zr:0.01 - 0.10wt% aluminum:0.01 - 0.10wt% 0.1 - 8.0wt% Mn:0.1 - 1.0wt% Si:0.1 - 1.0wt% C:0.01 - 0.70wt% by one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more.

[Claim 3] C:0.01 - 0.70wt% and Si:0.1 - 1.0wt% and Mn:0.1 - 1.0wt%, By one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more, 0.1 - 8.0wt%, aluminum: Flake generating prevention steel characterized by N:150 ppm or less, O:50 ppm or less, H:5 ppm or less, and the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity Ti or Zr:0.01 - 0.10wt% 0.01 - 0.10wt%.

[Claim 4] C:0.01 - 0.70wt% and Si:0.1 - 1.0wt% and Mn:0.1 - 1.0wt%, By one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more, 0.1 - 8.0wt%, Ingot the ingredient with which the remainder consists of Fe and an unescapable impurity, and hydrogen is made to reduce to 5 ppm level by refinement-furnace outside equipment or degassing apparatus. aluminum (0.01 - 0.10wt%) -- adding -- deN -- de, after carrying out O The manufacture approach of the flake generating prevention steel characterized by catching hydrogen before adding Ti or Zr (0.01 - 0.10wt%) and deviating and gasifying to the cooling process after hot working as hydride of said Ti or Zr.

---

[Translation done.]

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to flake generating prevention steel and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In steel for machine structural use or low-carbon steel, after at least about 2 ppm of hydrogen contents in a molten metal are processed into an intermediate product or a final product by hot forging or rolling, it is easy to generate a flake (hydrogen crack). Moreover, even if it can prevent flake generating with an intermediate product, it may generate again with re-forging etc.

[0003] Like JP,57-25605,B even today when hydrogen diffusion removal processing which reaches in 1000 hours in ancient times as the preventive measure is carried out even today (the 5th edition of heat treatment of the volume for steel founders societies of America, and steel P662), and the degasifying technique progressed Preheating of an additive for refinement like calcium carbide used for refinement is carried out. Like what the moisture carried in from an additive is decreased and prevents the increment in the molten metal hydrogen at the time of refinement, and JP,64-10564,B and JP,59-37724,B Reinforcement is raised by regulating the cooling rate after hot working, or hydrogen crack sensitivity has prevented generating of a flake by obtaining a small organization.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention aims to let a hydrogen content offer the steel which can prevent generating of a flake, and its manufacture approach, without requiring special treatment, such as the special treatment which requires energy and time amount with great about 5 ppm, i.e., extension of degasifying time amount, extension of steel-ingot heating time, and hardening annealing with a product.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the aforementioned purpose, the summary of the invention in this application C:0.01 - 0.70wt% and Si:0.1 - 1.0wt% and Mn:0.1 - 1.0wt%, By one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more, 0.1 - 8.0wt%, aluminum: 0.01 - 0.10wt%, Ti, or Zr:0.01 - 0.10wt%, Flake generating prevention steel and C:0.01 - 0.70wt% characterized by the remainder consisting of Fe and an unescapable impurity, By one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more, Mn:0.1 - 1.0wt% Si:0.1 - 1.0wt% 0.1 - 8.0wt%, Ingot the ingredient with which the remainder consists of Fe and an unescapable impurity, and hydrogen is made to reduce to 5 ppm level by refinement-furnace outside equipment or degassing apparatus. aluminum (0.01 - 0.10wt%) -- adding -- deN -- de, after carrying out O Ti or Zr (0.01 - 0.10wt%) is added, and it is in the manufacture approach of the flake generating prevention steel characterized by catching hydrogen before deviating and gasifying to the cooling process after hot working as hydride of said Ti or Zr.

[0006]

[Embodiment of the Invention] In the 1st invention about the flake generating prevention steel concerning this invention C:0.01 - 0.70wt% and Si:0.1 - 1.0wt% and Mn:0.1 - 1.0wt%, Although the remainder consists of Fe and an unescapable impurity Ti or Zr:0.01 - 0.10wt% aluminum:0.01 - 0.10wt% 0.1 - 8.0wt% by one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more The reason which limited the component presentation as mentioned above is as follows.

[0007] About C, Si, Mn, Cr, nickel, Mo, V, and W It is a component surely required in order to acquire many properties demanded when using it as machine structural carbon steel and alloy steel, such as SC, SCM, SNCM, etc. which are specified to JIS. In this invention, these presentations were made into 0.1 - 8.0wt% Mn:0.1 - 1.0wt% Si:0.1 - 1.0wt% C:0.01 - 0.70wt% by one sort of Cr, nickel, Mo, V, and W, or two sorts or more.

[0008] Ti or Zr may be 0.01 - 0.10wt%. Ti or Zr is connected with hydrogen, hydrogen is caught by forming compounds, such as a hydride, and generating of a flake is prevented. Since effectiveness was not acquired when fewer than 0.01%, but harmful inclusion was formed when many [ too ], and

toughness was fallen, the upper limit was made into 0.10%.

[0009] aluminum is taken as 0.01 - 0.10wt% of within the limits. The minimum was made, and since too much aluminum checked hot-working nature when the effectiveness was not acquired when too few, but there was conversely although it functioned as deoxidation and denitrificator and Ti and Zr had the effectiveness of preventing forming an oxide and a nitride and being consumed, it made the upper limit 0.10wt(s)% 0.01wt(s)%.

[0010] Moreover, in the 2nd invention, they could be N:150 ppm or less and O:50 ppm or less. This N and O may be contained as an impurity, and even if they are such a case, they enable it to attain the purpose of this invention. That is, since N and O consume Ti and Zr which are connected with Ti or Zr, form a nitride and an oxide, and form a hydride etc., little direction is desirable. So, by the 2nd invention, it considered as 150 ppm or less of nitrogen, and 50 ppm or less of oxygen by relation with said content of Ti or Zr.

[0011] Furthermore, the content of H is set to 5 ppm or less in the 3rd invention. By refinement-furnace outside equipment or degassing apparatus usual in a hydrogen content, a dehydrogenation is easily possible for that reason, and if about 5 ppm is the thing of this range, it can attain the purpose of this invention to them. Therefore, the hydrogen content was set to 5 ppm or less in the 3rd invention.

[0012]

[Example] The ingredient (carbon steel SC, steel for machine structural use SCM, ingredient of a SNCM system) which has the chemical entity shown in Table 1 was ingoted with 40ton electric furnace, after carrying out vacuum degassing by the degasifying tub, it cast to the ingot mold, and the steel ingot of 10ton - 15ton was manufactured. It \*\*\*\*(ed) to the heating furnace for forging after coagulation, the phi300-500mm steel forging was manufactured with hot forging after 8 - 12-hour soak at 1200-1230 degrees C, it cooled radiationally after forging, and the existence of a flake nature defect was investigated by the ultrasonic examination, without carrying out special heat treatment.

[0013]

[Table 1]

	化学成分 mass%									ppm			超音波検査 不合格率
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Zr	O	N	H	
1	0.25	0.20	0.48	0.07	0.03	0.05	0.018	Tr	Tr	32	122	5	20
2	0.24	0.19	0.61	0.08	0.03	0.05	0.019	Tr	Tr	21	120	3	15
3	0.25	0.20	0.50	0.05	0.04	0.06	0.017	0.05	Tr	27	98	2	0
4	0.24	0.22	0.50	0.06	0.05	0.03	0.020	Tr	0.04	25	87	4	0
5	0.16	0.23	0.77	1.15	0.07	0.22	0.022	Tr	Tr	18	94	3	10
6	0.17	0.22	0.75	1.11	0.05	0.21	0.019	0.03	Tr	20	88	5	0
7	0.16	0.23	0.78	1.12	0.06	0.18	0.021	0.03	0.03	15	121	2	0
8	0.18	0.22	0.76	1.16	0.05	0.17	0.020	Tr	0.05	20	96	3	0
9	0.21	0.22	0.78	1.11	0.03	0.23	0.021	Tr	Tr	17	115	2	5
10	0.20	0.19	0.76	1.08	0.03	0.20	0.020	Tr	Tr	15	116	3	15
11	0.18	0.20	0.75	1.12	0.03	0.23	0.022	Tr	0.05	28	97	3	0
12	0.21	0.20	0.76	1.09	0.08	0.23	0.019	0.05	0.05	22	132	1	0
13	0.36	0.22	0.82	1.12	0.02	0.20	0.022	Tr	Tr	24	115	4	20
14	0.35	0.18	0.77	1.10	0.06	0.19	0.021	0.05	Tr	20	121	2	0
15	0.35	0.20	0.78	1.12	0.05	0.18	0.022	0.04	0.03	19	168	3	0
16	0.36	0.21	0.80	1.15	0.06	0.18	0.026	Tr	0.05	22	133	3	0
17	0.15	0.21	0.65	0.61	1.88	0.25	0.028	Tr	Tr	28	103	5	25
18	0.14	0.20	0.68	0.59	1.75	0.20	0.022	0.05	Tr	22	123	2	0
19	0.15	0.23	0.70	0.56	1.91	0.22	0.025	0.04	Tr	25	102	2	0
20	0.16	0.22	0.70	0.58	1.88	0.25	0.024	Tr	0.05	28	111	3	0
21	0.21	0.28	0.66	0.58	1.92	0.26	0.029	Tr	Tr	29	95	3	15
22	0.20	0.27	0.77	0.55	1.88	0.24	0.028	0.03	0.03	32	181	3	0
23	0.21	0.30	0.75	0.53	1.85	0.25	0.028	0.03	0.03	28	145	2	0

[0014] In a Ti or Zr additive-free case, it is not based on a component system, oxygen, and nitrogen level, but it is high, and is high. [ of a defective incidence rate when especially a hydrogen content is set to 3 ppm or more ] [ of the defect incidence rate by the flake nature defect ] On the other hand, when Ti and Zr are added, it is not based on hydrogen level, but the incidence rate of a flake nature defect is

stopped by 0, and the effectiveness of Ti or Zr addition is checked.

[0015]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, there is many effectiveness against which a hydrogen content takes special measures, such as extension of degasifying time amount and steel-ingot heating time and hardening annealing with a product, to about 5 ppm that generating of a flake can be prevented without exceeding and consumption of great energy and compaction of the processing time can be aimed at.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-192192

(P2000-192192A)

(43)公開日 平成12年7月11日(2000.7.11)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z 4 K 0 1 3
C 2 1 C 7/00		C 2 1 C 7/00	N

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 3 頁)

(21)出願番号 特願平10-365096

(22)出願日 平成10年12月22日(1998.12.22)

(71)出願人 000231165

日本高周波鋼業株式会社

東京都中央区日本橋1丁目3番13号

(72)発明者 林田 敬一

富山県新湊市八幡町3丁目10番15号 日本

高周波鋼業株式会社富山製造所内

(74)代理人 100066094

弁理士 米屋 武志

Fターム(参考) 4K013 AA00 BA08 BA09 BA11 CE06

DA03 DA08 DA09 DA12 EA18

EA19 FA02

(54)【発明の名称】 白点発生防止鋼及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 多大なエネルギーと時間を要する特別の処置を要せずに、白点の発生を防止することができる鋼及びその製造方法を提供することにある。

【解決手段】 C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる白点発生防止鋼。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とする白点発生防止鋼。

【請求項2】 C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、N:150ppm以下、O:50ppm以下、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とする白点発生防止鋼。

【請求項3】 C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、N:150ppm以下、O:50ppm以下、H:5ppm以下、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とする白点発生防止鋼。

【請求項4】 C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、残部がFeおよび不可避的不純物からなる材料を溶製し、炉外精錬装置又は脱ガス装置で5ppmレベルまで水素を低減せしめ、Al(0.01~0.10wt%)を添加して脱N、脱Oを実施した後、Ti又はZr(0.01~0.10wt%)を添加し、熱間加工後の冷却過程に逸脱しガス化する前の水素を前記Ti又はZrの水素化合物として捕捉することを特徴とする白点発生防止鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、白点発生防止鋼及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】機械構造用鋼や低炭素鋼では溶湯での水素含有量が2ppm程度でも、熱間鍛造や圧延により中間製品や最終製品に加工された後に白点(水素割れ)が発生しやすい。また中間製品での白点発生が防止できても、再鍛造等により再度発生することもある。

【0003】その防止策として、古くは1000時間に及ぶ水素拡散除去処理が実施されており(鉄鋼協会編、鋼の熱処理第5版P662)、脱ガス技術が進歩した今日でも、特公昭57-25605号公報のように、精錬に用いられるカルシウムカーバイトのような精錬用添加剤を予備加熱し、添加剤から持ち込まれる水分を減少さ

せ、精錬時の溶湯水素の増加を防止するものや、特公昭64-10564号公報及び特公昭59-37724号公報のように、熱間加工後の冷却速度を規制することで強度を高めたり、水素割れ感受性が小さい組織を得ることで白点の発生を防止している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、水素含有量が5ppm程度までは、多大なエネルギーと時間を要する特別の処置、すなわち、脱ガス時間の延長、鋼塊加熱時間の延長、製品での焼入れ焼戻し等の特別な処置を要せずに、白点の発生を防止することができる鋼およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本願発明の要旨は、C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とする白点発生防止鋼及びC:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、残部がFeおよび不可避的不純物からなる材料を溶製し、炉外精錬装置又は脱ガス装置で5ppmレベルまで水素を低減せしめ、Al(0.01~0.10wt%)を添加して脱N、脱Oを実施した後、Ti又はZr(0.01~0.10wt%)を添加し、熱間加工後の冷却過程に逸脱しガス化する前の水素を前記Ti又はZrの水素化合物として捕捉することを特徴とする白点発生防止鋼の製造方法にある。

## 【0006】

【発明の実施の形態】本発明に係る白点発生防止鋼に関する第1発明では、C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%、Al:0.01~0.10wt%、Ti又はZr:0.01~0.10wt%、残部がFeおよび不可避的不純物からなるものであるが、成分組成を上記のように限定した理由は以下の通りである。

【0007】C、Si、Mn、Cr、Ni、Mo、V、Wについては、JIS規格に規定するSC、SCM、SNCM等の機械構造用炭素鋼や合金鋼として使用する場合に要求される諸特性を得るためにはどうしても必要な成分であり、本発明においてはこれらの組成を、C:0.01~0.70wt%、Si:0.1~1.0wt%、Mn:0.1~1.0wt%、Cr、Ni、Mo、V、Wの1種又は2種以上で0.1~8.0wt%とした。

【0008】Ti又はZrは0.01~0.10wt%

とする。TiまたはZrは水素と結びつき、水素化物等の化合物を形成することで水素を捕捉し、白点の発生を防止する。0.01%より少ないと効果が得られず、多すぎると有害介在物を形成し靱性を低下するので、上限を0.10%とした。

【0009】Alは0.01~0.10wt%の範囲内とする。Alは脱酸、脱窒剤として機能し、TiやZrが酸化物や窒化物を形成し消費されるのを防止する効果を持つが、少なすぎるとその効果が得られず、逆に多すぎると熱間加工性を阻害するので、下限を0.01wt%、上限を0.10wt%とした。

【0010】また、第2発明では、N:150ppm以下、O:50ppm以下とした。このN、Oは不純物として含有される場合もあり、このような場合であっても本発明の目的を達成できるようにしたものである。すなわち、N、OはTiやZrと結びついて窒化物や酸化物を形成し、水素化物等を形成するTiやZrを消費するので少ない方が望ましい。そこで第2発明では、TiやZrの前記含有量との関係で窒素150ppm以下、酸\*

\* 素50ppm以下とした。

【0011】さらに、第3発明では、Hの含有量を5ppm以下とする。その理由は、水素含有量が5ppm程度までは通常の炉外精錬装置又は脱ガス装置により容易に脱水素が可能であり、この範囲のものであれば本発明の目的を達成することができる。したがって、第3発明では水素含有量を5ppm以下とした。

【0012】

【実施例】表1に示す化学成分を有する材料(炭素鋼SC、機械構造用鋼SCM、SNCM系の材料)を40ton電気炉で溶製し、脱ガス槽で真空脱ガスを実施した後インゴットケースに鋳込み、10ton~15tonの鋼塊を製造した。凝固後、鍛造用加熱炉に熱送し、1200~1230℃に8~12時間均熱後、熱間鍛造にてφ300~500mmの鍛鋼品を製造し、鍛造後放冷し、特別な熱処理を実施せずに白点性欠陥の有無を超音波検査により調査した。

【0013】

【表 1】

	化 学 成 分 mass%										ppm			超音波検査 不合格率
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Al	Ti	Zr	O	N	H		
1	0.25	0.20	0.48	0.07	0.03	0.05	0.018	Tr	Tr	32	122	5	20	
2	0.24	0.19	0.51	0.08	0.03	0.05	0.019	Tr	Tr	21	120	3	15	
3	0.25	0.20	0.50	0.05	0.04	0.06	0.017	0.05	Tr	27	98	2	0	
4	0.24	0.22	0.50	0.06	0.05	0.03	0.020	Tr	0.04	25	87	4	0	
5	0.16	0.23	0.77	1.15	0.07	0.22	0.022	Tr	Tr	18	94	3	10	
6	0.17	0.22	0.75	1.11	0.05	0.21	0.019	0.03	Tr	20	88	5	0	
7	0.16	0.23	0.78	1.12	0.06	0.18	0.021	0.03	0.03	15	121	2	0	
8	0.18	0.22	0.78	1.15	0.05	0.17	0.020	Tr	0.05	20	96	3	0	
9	0.21	0.22	0.78	1.11	0.03	0.23	0.021	Tr	Tr	17	115	2	5	
10	0.20	0.19	0.78	1.08	0.03	0.20	0.020	Tr	Tr	15	116	3	15	
11	0.18	0.20	0.75	1.12	0.03	0.23	0.022	Tr	0.05	28	97	3	0	
12	0.21	0.20	0.76	1.09	0.08	0.23	0.019	0.05	0.05	22	132	1	0	
13	0.36	0.22	0.82	1.12	0.02	0.20	0.022	Tr	Tr	24	115	4	20	
14	0.35	0.18	0.77	1.10	0.06	0.19	0.021	0.05	Tr	20	121	2	0	
15	0.35	0.20	0.78	1.12	0.05	0.18	0.022	0.04	0.03	19	168	3	0	
16	0.36	0.21	0.80	1.15	0.08	0.18	0.026	Tr	0.05	22	133	3	0	
17	0.15	0.21	0.65	0.61	1.88	0.25	0.028	Tr	Tr	28	103	5	25	
18	0.14	0.20	0.68	0.59	1.75	0.20	0.022	0.05	Tr	22	123	2	0	
19	0.15	0.23	0.70	0.56	1.91	0.22	0.025	0.04	Tr	25	102	2	0	
20	0.16	0.22	0.70	0.58	1.88	0.25	0.024	Tr	0.05	28	111	3	0	
21	0.21	0.28	0.66	0.68	1.92	0.26	0.029	Tr	Tr	29	95	3	15	
22	0.20	0.27	0.77	0.55	1.88	0.24	0.028	0.03	0.03	32	181	3	0	
23	0.21	0.30	0.75	0.53	1.85	0.25	0.028	0.03	0.03	28	145	2	0	

【0014】TiまたはZr無添加の場合は、成分系や酸素、窒素レベルによらず白点性欠陥による不良発生率が高く、特に水素含有量が3ppm以上になった場合の欠陥発生率が高い。一方、TiまたZrを添加した場合は水素レベルによらず白点性欠陥の発生率は0に抑えられており、Ti又はZr添加の効果が確認される。

【0015】

※

※【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、水素含有量が5ppm程度までは、脱ガス時間及び鋼塊加熱時間の延長、製品での焼入れ焼戻し等の特別な処置を施すことなく白点の発生を防止することができ、多大なエネルギーの消費と処理時間の短縮を図ることができる、といった諸効果がある。